

ライフサイクルコストを考慮した継足樋門設計の一考察

パシフィックコンサルタンツ株式会社九州支社 水工・環境部 正会員 ○菊地 圭介

パシフィックコンサルタンツ株式会社九州支社 水工・環境部 若狭 聡

パシフィックコンサルタンツ株式会社九州支社 水工・環境部 太田 貴史

パシフィックコンサルタンツ株式会社九州支社 水工・環境部 福永 陽平

1. はじめに

近年、高度成長期に建設した河川構造物が事業評価上の50 年を迎える状況の中で、公共事業費は年々縮小され、それらの更新費用も削減傾向となってきた。

本論では、堤防嵩上げにより改築が必要となった既設樋門に対して、現況構造物の健全度を診断・評価し、ライフサイクルコストを考慮した上で、既設樋門を継足・補強する方向で設計を行った一事例を紹介するものである。

2. 検討の流れ

対象樋門断面位置に於いては、堤防が最大3.5m 嵩上げされることから、今回図2 のフローを作成し、これに従って樋門改築設計検討（新設樋門改築案或いは、既設樋門を継足・補強案の比較検討）を行った。本樋門の現状の構造諸元(構造物台帳より)を表 1 に示す。台帳記録上は、築造後25 年が経過している。

表 1 対象樋門の構造諸元

断面・連数	2.7m×2.7m×2 連
樋管延長	21.6m
構造形式	現場打ちボックスカルバート
ゲート形式	鋼製ローラーゲート (2.7m×2.7m×2 門)
築造年度	昭和 53 年 (函体部、基礎部)：台帳記録 上屋・門柱部は、平成 15 年に改築
基礎形式	不明 (調査により木杭基礎と判明)

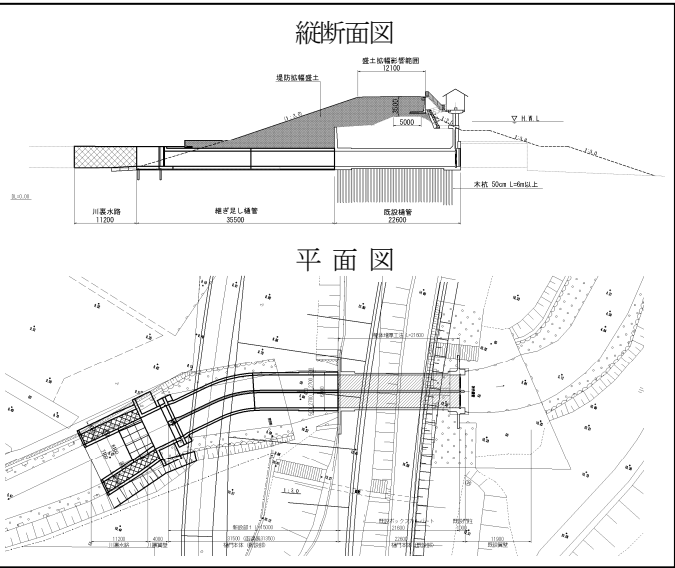


図 1 既設樋門継足・補強方式平面・縦断面図

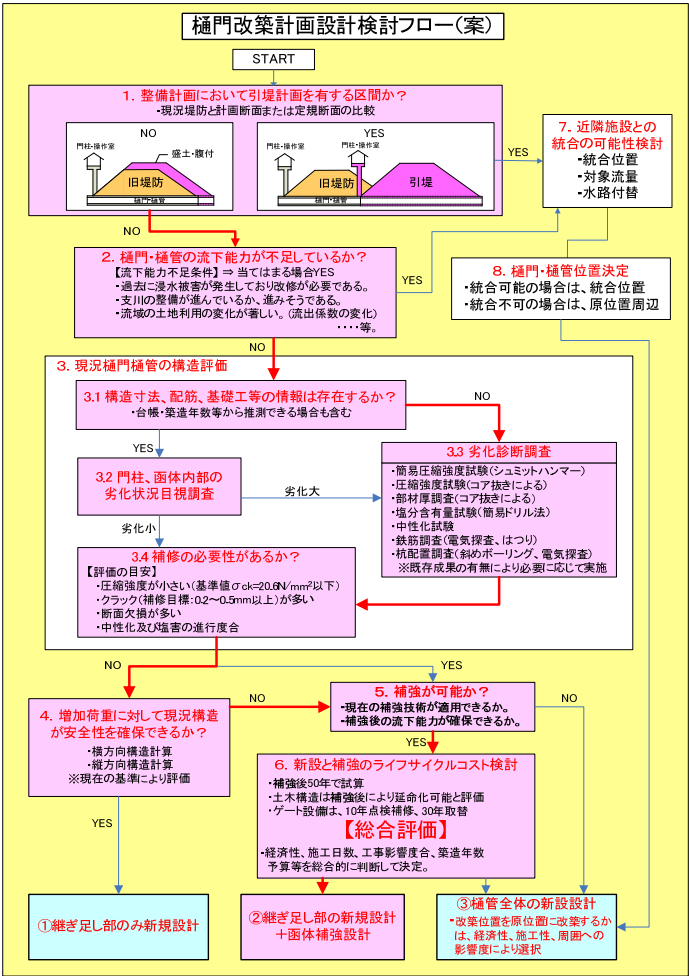


図 2 既存施設を有効利用するための設計検討フロー(案)

3. 既設構造物調査

既設樋門の情報は、台帳のみで部材厚、配筋、基礎工の状況等が不明であったため、既設樋門の状態把握、嵩上げ盛土の影響を評価する目的で下記の調査を実施した。

表 2 構造物調査内容

調査項目	細 目
杭配置調査	斜めボーリング+ボアホールローダー
外観変状調査	目視調査
鉄筋調査	鉄筋探査+はつり調査
部材厚調査	コア削孔
圧縮強度調査	コア削孔+室内試験、シュミットハンマー
中性化試験	コア削孔

【杭配置調査結果】

本樋門の基礎杭は、昭和 50 年代築造からコンクリート杭を想定したが、ボーリング 1 本目で構造物に当り噛み込んだビット先端から木片が確認されたこと、ポアホールラー探査に約 50cm ピッチに構造物の反応が確認されたことから、『木杭』であると判断した。なお、杭長については不明確であるが、調査深度より鉛直方向に 6m 以上の杭長であると判断した。

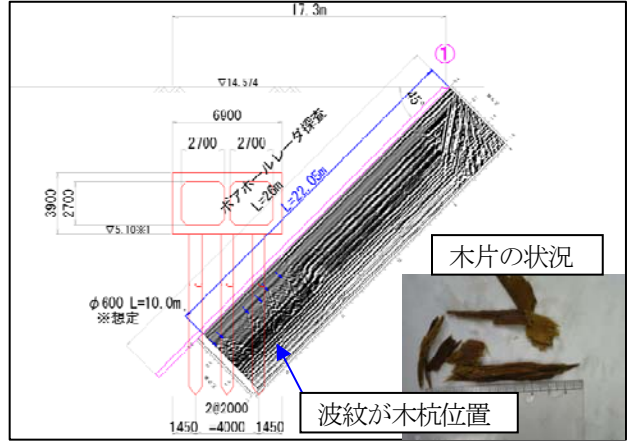


図3 既設樋門の平面・縦断面図

【構造物調査結果】

外観調査では、一部で豆板や遊離石灰の析出を伴う漏水が見られたが、損傷範囲は小さく、緊急的な補修を要する損傷ではないと判断した。後述する補強対策により表面被覆することから、二酸化炭素の進入を防ぎ、中性化の進行を抑制することで長期的に安定すると判断した。

表3 構造物調査結果

調査項目	細 別
鉄筋調査	函渠部：丸鋼φ16～20mm@150mm かぶり 34～63mm 門柱部：異型鋼 D16～19mm@250mm、 かぶり 85～87mm
部材厚調査	頂版 427mm、底版 422mm、側壁 327mm
圧縮強度調査	頂版、底版 51kN/m ² 、側壁 30 kN/m ² シュミットハンマー：24N/mm ² 以上
中性化試験	中性化残り 24～62mm √t 則予測式：腐食開始年最小 89 年

4. ライフサイクルコストを考慮した改築方針

既設樋門は、杭基礎や鉄筋から昭和 40 年代の構築が予想された。この場合、築造後約 40 年が経過したことになる。河川構造物の寿命は、一般に事業評価上 50 年で検討されることが多いが、本樋門では調査結果の評価から維持管理（補修・補強）を十分に行えば 50 年以上の寿命を発揮することが可能であると考えられた。一方で、寿命を 50 年とする考え方を採用すれば、作り替える（新設）選択肢もあった。しかしながら、事業費を算出した結果、継足＋補強案：新設案＝1：4 の割合であり、新設ではイニシャルコストが高価となる。そこで、図3に示す将来の維持更新費を考慮したライフサイクルコストを算出し、評価することとした。シナリオ①は、一般的な河川構造物の耐久年数 50 年で改築

を行っていく場合、シナリオ②は橋梁補修での事例から補修工法の耐用年数を 15 年と仮定した場合である。将来も本樋門を維持管理していくと考えるとシナリオ②（継足＋補強案）を選択することが得策であると判断した。

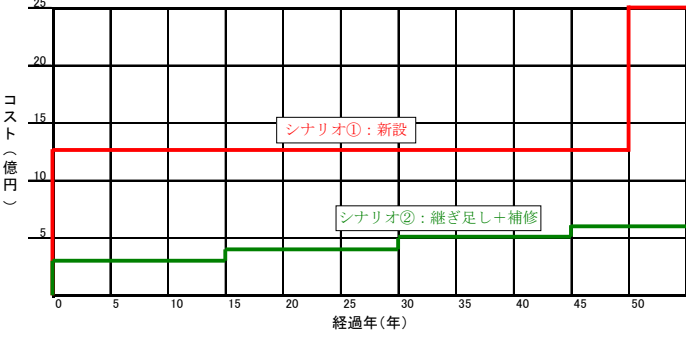


図4 ライフサイクルコストの比較

5. 継足樋門における設計の留意事項

継足による既存施設の有効利用を選択したことにより、下記の点に留意して設計を行った。

①堤防嵩上げによる増加荷重に対して、既設樋門函体断面が強度不足となるため、三案の函体補強の比較検討を行い、図5に示す『躯体増圧工法』を採用した。また、対象樋門は中性化や塩害は進んでいないが、設置後 30 年以上経過していることを考慮し、補強対策を必要としない側壁も補修（表面被覆）を行い、長寿命化を図った。なお、照査にあたっては、圧縮強度試験結果の最小値は $\sigma_{ck}=30.1\text{N/mm}^2$ が確認されているが、安全側を考慮して設計基準強度 $\sigma_{ck}=20.6\text{N/mm}^2$ を採用した。また、函渠部の鉄筋は、丸鋼であることから、築造当初に採用されていた最小規格である SR235（当時は SR24）とし、許容引張応力度を $\sigma_s=137\text{N/mm}^2$ として照査した。

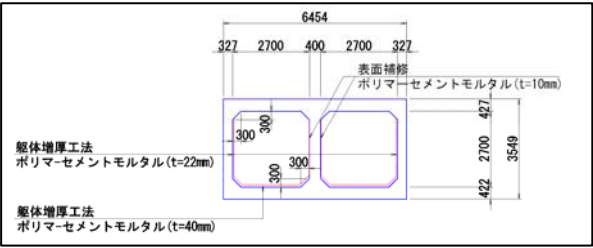


図5 既設函渠補強方法

②継ぎ足し部と既設部分の接続については、既設部分が木杭であったことから接続後も柔構造形式の樋門と位置づけて、沈下検討を行い、相対沈下量 5cm 以下を確認し、『可撓継手（10cm 対応）』を採用した。

6. おわりに

樋門・樋管の設計事例において、補修・補強による継足方式を採用した事例は多数あるが、本論では、既設構造物を診断・評価し、ライフサイクルコストを考慮した上で、現況を活用する手順（案）を立案し、手順に沿って設計を行った。今後、同様なケースや維持管理を必要とする河川構造物の一事例として参考になれば幸いである。